

ние средств на транспорт и потребность в трубопроводах – основной части традиционной водопроводной сети. Новинкой в данном направлении является сухой биоунитаз, который позволяет значительно уменьшить потребление воды, и использовать сточные воды полностью. Чаша унитаза состоит из двух частей, одна из которых предназначена для отведения жидкой составляющей продуктов жизнедеятельности человека, другая – твердой. Подобный туалет может использоваться без воды или с незначительным количеством воды, которая будет сливаться только на переднюю часть унитаза для сохранения чистоты и свежести. Избавиться от неприятного запаха помогает система вентиляции.

Биотуалеты – идеальный вариант для летних коттеджей, кораблей, жилых индивидуальных зданий, куда сложно подвести или сложно отводить воду. Это оборудование отвечает всем экологическим требованиям, снимая проблему загрязнения природы бытовыми стоками.

Уменьшение отрицательного влияния систем водоотведения на окружающую естественную среду планируется решать за счет эффективной переработки осадков сточных вод, усовершенствования технологии транспортирования, обезвоживания и утилизации осадков. Для этого предполагается реконструкция иловых площадок с устройством искусственного основания, вертикального и горизонтального дренажей; реконструкция систем механического обезвоживания ила; модернизация илового хозяйства; реконструкция хлорного хозяйства.

1.ДержСанПин №383. Вода питна. Гігієнічні вимоги до якості води централізованого господарсько-питного водопостачання.

2.Директива ЕС 98/83/ЕС. Качество воды, предназначенной для потребления человеком.

3.Стічні води: сортувати чи використовувати традиційно? // Ринок інсталяцій. – 2004. – №9(92). – С.24–25.

Получено 18.10.2005

УДК 628.1

И.Н.ЧУБ, В.А.ТКАЧЕВ, канд. техн. наук

Харьковская национальная академия городского хозяйства

РАСЧЕТ МАТЕРИАЛЬНЫХ БАЛАНСОВ СИСТЕМ ВОДОСНАБЖЕНИЯ И ВОДООТВЕДЕНИЯ

Приводится компьютерная программа для расчета материального баланса в системах водоснабжения и водоотведения. На основе программы выполняется расчет концентрации компонентов для объектов водного хозяйства. Графический интерфейс программы позволяет учитывать схемы любой сложности и выполнять их модификации.

Потребление воды представляет собой непрерывный процесс и является неотъемлемым звеном круговорота воды в природе. По этой причине социально-экономические проблемы потребления воды тесно переплетаются с экологическими [1]. Система водоснабжения имеет сложную структуру, в которую поступает вода из разных источников. Качество воды в этих источниках может быть неодинаковое. Вода, двигаясь по городским магистралям, поступает к потребителю определенного качества, обусловленного качеством воды в этих источниках. Однако контролировать появление или концентрацию того или иного химического соединения у потребителя воды является сложной задачей.

В системах водоотведения при внесении разного качества загрязнений в водную среду, необходимо знать, сколько загрязняющих веществ будет сброшено в систему водоотведения, или в водоем. Прогнозирование и учет концентраций содержащихся в воде компонентов, особенно растворенных солей, для объектов водного хозяйства – является важной задачей. До настоящего времени было сложно выполнять такие расчеты. Проанализировав источники [3, 4], в которых подробно изложены методы расчета и приведены программы по данной теме, мы пришли к заключению, что необходимо разработать программу для составления уравнений материального баланса с учетом специфики структуры любого объекта водного хозяйства, так как в указанных источниках приводятся алгоритмы только решения системы уравнений материального баланса (на основе метода Гаусса), а их составление выполняется вручную. Процедура становится трудоемкой, когда объект имеет сложную структуру, и не исключается вероятность ошибки. Мы предлагаем выполнять расчет концентрации в системах водоснабжения и водоотведения на основе разработанной компьютерной программы.

В качестве примера [2] рассмотрим определение концентрации CI^- в одном из объектов водного хозяйства, расчетная схема которого приведена на рис.1. Здесь стрелками обозначают потоки воды между узлами. Стрелки без связи обозначают потери. Узлами схемы являются любые точки и подсистемы, в которых происходит изменение концентрации рассчитываемого компонента, а также за счет разветвления потоков воды с неизвестными концентрациями этого компонента. Исходные данные взяты из работы [2].

На расчетной схеме обозначены: узлы y_k (k – номер узла, M – число узлов, $1 \leq k \leq M$), потоки q_i (i – номер потока, N – число пото-

ков, $1 \leq i \leq N$), известные C_i или неизвестные X_i концентрации компонента в потоке q_i , известные массовые расходы компонента m_k , поступающего в соответствующий узел y_k .

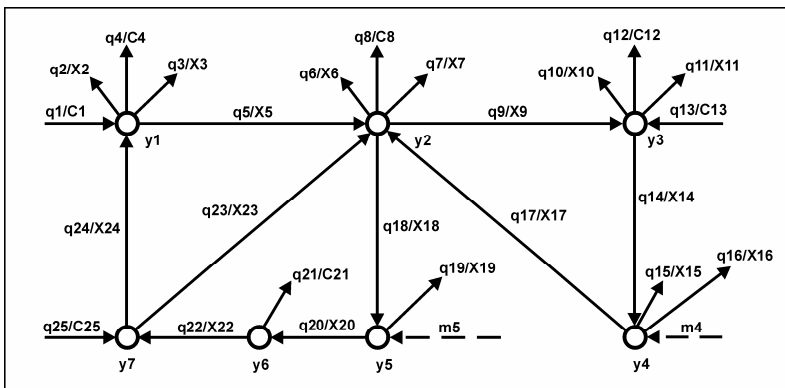


Рис.1 – Балансово-расчетная схема объекта водного хозяйства

Для каждого узла y_k составляют по рассматриваемому компоненту уравнение материального баланса

$$\sum_{i=1}^N q_{ik} \times X_i + \sum_{i=1}^N q_{ik} \times C_i + m_k = 0. \quad (1)$$

Число уравнений равно числу узлов. В уравнения из таблиц исходных данных подставляют известные q_i , C_i , m_k , заменяют равные друг другу концентрации X_i на новые неизвестные Z_j ($1 \leq j \leq L, L \leq M$) и приводят уравнения к виду:

$$\sum_{j=1}^L a_{kj} \times Z_j = b_k, \quad (2)$$

где a_{kj} – коэффициенты при новых неизвестных Z_j для узлов y_k ; b_k – свободные члены уравнений.

Для рассматриваемого примера получена следующая система уравнений, расположенных в порядке возрастания номера узлов расчетной схемы:

$$\begin{aligned}
 & -q_2 \times X_2 - q_3 \times X_3 - q_5 \times X_5 + q_{24} \times X_{24} + q_1 \times C_1 - q_4 \times C_4 = 0 \\
 & + q_5 \times X_5 - q_6 \times X_6 - q_7 \times X_7 - q_9 \times X_9 + q_{17} \times X_{17} - q_{18} \times X_{18} + \\
 & + q_{23} \times X_{23} - q_8 \times C_8 = 0 \\
 & + q_9 \times X_9 - q_{10} \times X_{10} - q_{11} \times X_{11} - q_{14} \times X_{14} - q_{12} \times C_{12} + q_{13} \times C_{13} = 0 \\
 & + q_{14} \times X_{14} - q_{15} \times X_{15} - q_{16} \times X_{16} - q_{17} \times X_{17} + m_4 = 0 \quad (3) \\
 & + q_{18} \times X_{18} - q_{19} \times X_{19} - q_{20} \times X_{20} + m_5 = 0 \\
 & + q_{20} \times X_{20} - q_{22} \times X_{22} - q_{21} \times C_{21} = 0 \\
 & + q_{22} \times X_{22} - q_{23} \times X_{23} - q_{24} \times X_{24} + q_{25} \times C_{25} = 0.
 \end{aligned}$$

С учетом того, что:

$$\begin{aligned}
 Z_1 &= X_2 = X_3 = X_5, \quad Z_2 = X_6 = X_7 = X_9 = X_{18}, \\
 Z_3 &= X_{10} = X_{11} = X_{14}, \quad Z_4 = X_{15} = X_{16} = X_{17}, \quad Z_5 = X_{19} = X_{20}, \\
 Z_6 &= X_{22}, \quad Z_7 = X_{23} = X_{24}, \text{ преобразуем систему (3) и окончательно} \\
 & \text{получаем для семи неизвестных систему (4) из семи уравнений:} \\
 & -106Z_1 + 35Z_7 = -792; \quad 89Z_1 - 357Z_2 + 245Z_4 + 79Z_7 = 0: \\
 & 250Z_2 - 349Z_3 = -2400; \quad 251Z_3 - 251Z_4 = -2510; \quad (4) \\
 & 79Z_2 - 79Z_5 = -6500; \quad 77Z_5 - 76Z_6 = 8000; \\
 & 76Z_6 - 114Z_7 = -304.
 \end{aligned}$$

Составляем матрицу (таблица) для расчета Z_j из коэффициентов при неизвестных и свободных членах системы (4), имея в виду, что коэффициенты при Z_j , отсутствующих в уравнениях равны нулю.

Матрица для расчета Z_j и результат расчета, выполненный программой

example.xml											
Файл Расчет											
узел	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	результат
1	-106.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	35.0	-792.0	0.0	10.752041297...	
2	89.0	-357.0	0.0	245.0	0.0	0.0	79.0	0.0	0.0	32.378167239...	
3	0.0	250.0	-349.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-2400.0	0.0	30.070320372...	
4	0.0	0.0	251.0	-251.0	0.0	0.0	0.0	-2510.0	0.0	40.070320372...	
5	0.0	79.0	0.0	0.0	-79.0	0.0	0.0	-6500.0	0.0	114.85664825...	
6	0.0	0.0	0.0	0.0	77.0	-76.0	0.0	8000.0	0.0	10.802130466...	
7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	76.0	-114.0	-304.0	0.0	19.9347536441...	
результат											здесь

Расчетом определены значения концентраций. Они находятся в таблице в графе «результат». Решение уравнений проверяют подстановкой вычисленных концентраций в уравнение материального баланса (1).

В задаче расчета солевого баланса непосредственно самому расчету предшествует сложный процесс представления схемы и на ее основе построение матрицы для определения неизвестных концентраций (таблица). Одной из важнейших функций данной программы является визуализация схемы и редактирование данных связанное с графическим представлением. Можно добавлять, удалять узлы в схеме, менять направления потоков, т.е. выполнять любые графические модификации. Любые изменения будут отражаться на результатах расчета. На основе разработанного алгоритма можно составлять балансовые уравнения для любой технологической схемы. На рис.2 приведен расчет, выполненный программой и схема объекта. Преимуществом программы является то, что она рассчитана на любого пользователя и предполагает большое число экспериментов.

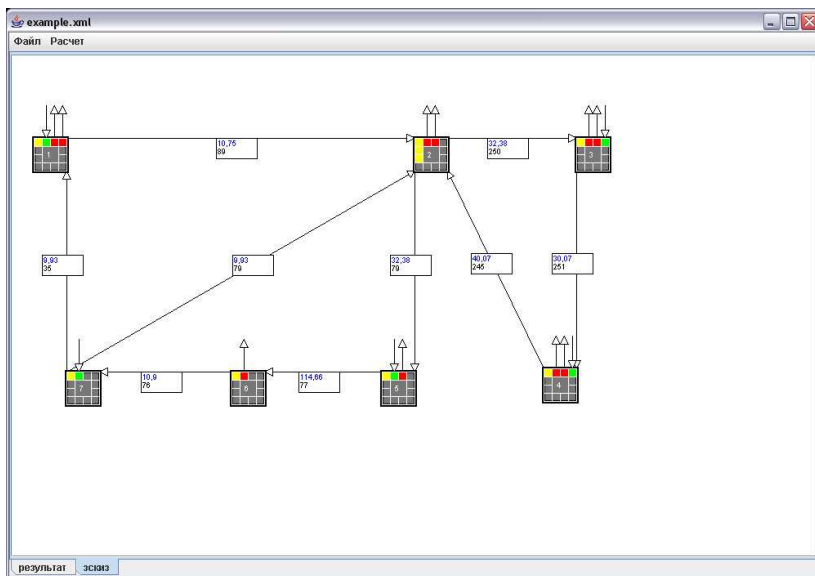


Рис.2 – Вид окна после выполнения процедуры «расчет»

Можно рассчитывать как небольшие, так и крупные объекты водоснабжения и водоотведения. Возможен также режим работы программы, при котором каждый эксперимент хранится в отдельном документе электронного вида.

На рис.3 показан один из потоков в узле. Его характеристикой является расход, концентрация и направление (на рис.2 это маленький квадрат).

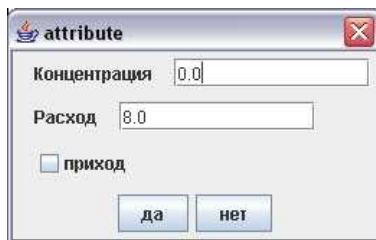


Рис.3 – Атрибут

Программа реализована на Java (JDK/DRE 1.5).

На основе программы можно прогнозировать концентрации компонентов, различного рода загрязнений в сложных системах водного хозяйства, что позволит своевременно предпринимать меры по устранению загрязнений, тем самым повышая комфорт проживания в нашем городе.

1.Евдокимов А.Г., Коринько И.В и др. Компьютеризация в системах водоснабжения. Т. 1. – Харьков: ХГТУР, 1997. – 270 с.

2.Беличенко Б.П., Гордеев Л.С. Замкнутые системы водообеспечения химических производств. – М.: Химия, 1996. – 268 с.

3.Артамонов В.В. Вижевская Т.В. Технологические схемы очистки сточных вод. – К.: Будівельник, 1981. – 62 с.

4.Статюха Г.А. Автоматизированное проектирование химико-технологических систем. – К.: Вища школа, 1989. – 385 с.

Получено 18.10.2005

УДК 628.093 : 621.398

В.Ф.ХАРЧЕНКО, канд. техн. наук

Харьковская национальная академия городского хозяйства

К РАСЧЕТУ НАРУЖНОГО ОСВЕЩЕНИЯ ГОРОДОВ

Предлагаются аналитические выражения при определении направления силы света для светильника наружного освещения в полярной системе от координат расчетной точки на проезжей части дорог и магистралей города.

Качественное освещение крупных городов – это, прежде всего, обеспечение хорошей видимости водителям, создание зрительного комфорта водителям и пешеходам, уменьшение дорожно-транспортных происшествий, улучшение криминогенной обстановки в городе. Определение количественных и качественных показателей наружного освещения по известным методам является довольно трудоемкой работой. Применение вычислительной техники значительно сокращает время расчетов. Для этой цели используют в основном точечный метод